

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑪ Patentschrift  
⑪ DE 44 13 211 C2

⑩ Int. Cl. 6:  
H 04 B 1/38  
H 04 B 1/59  
G 08 C 17/00  
H 03 H 9/84  
H 04 Q 9/00

⑪ Aktenzeichen: P 44 13 211.5-35  
⑪ Anmeldetag: 15. 4. 94  
⑪ Offenlegungstag: 28. 10. 95  
⑪ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 4. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑩ Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑩ Zusatz in: P 195 35 543.1

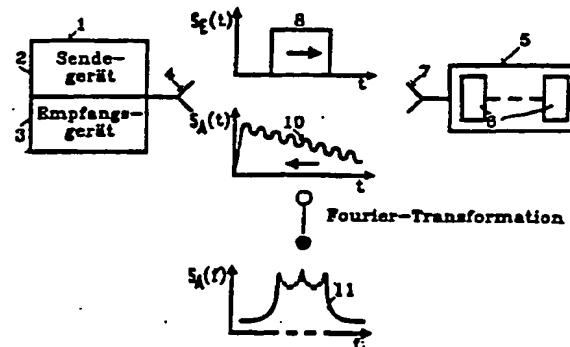
⑩ Erfinder:  
Scholl, Gerd, Dipl.-Ing., 80838 München, DE;  
Ostertag, Thomas, Dipl.-Ing., 89075 Ulm, DE; Reindl,  
Leonhard, Dipl.-Phys., 83134 Prutting, DE; Rulke,  
Werner, Dipl.-Phys., 80838 München, DE

⑩ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

GB 22 48 492 A  
GB 22 38 210 A  
GB 22 08 058 A

⑩ Identifizierungs- und/oder Sensorsystem

⑩ Identifizierungs- und/oder Sensorsystem mit einem Sende- und Empfangsgerät (2, 3), das über Funk Abfragesignale zu einer stromversorgungslosen Identifizierungs- und/oder Sensoranordnung (5) aussendet und von dieser rückgesendete Antwortsignale empfängt und auswertet, wobei in der Identifizierungs- und/oder Sensoranordnung (5) zur Festlegung mindestens eines abzufragenden Parameters Resonatoren (8) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Sende- und Empfangsgerät (2, 3) ein Gerät mit einer die Resonanzfrequenzen der Resonatoren (8) enthaltenden Bandbreite ist und daß die Resonatoren (8) eine so grobe Güte besitzen, daß in ihnen eine Energiespeicherung stattfindet.



DE 44 13 211 C2

DE 44 13 211 C2

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Identifizierungs- und/oder Sensorsystem nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es ist ein von der Anmelderin entwickeltes mit SICARID bezeichnetes Mikrowellen-Abfragesystem bekannt geworden, bei dem in einem Lesegerät ein Sender vorgesehen ist, der Mikrowellen abstrahlt, welche von einem zu identifizierenden Objekt vorgesenen Antwortgerät reflektiert, vom Empfänger im Lesegerät wieder aufgenommen und anschließend weiter verarbeitet werden. Das Antwortgerät enthält auf unterschiedliche Resonanzfrequenzen abgestimmte Koaxialresonatoren. Der Sendefrequenzbereich liegt dabei im GHz-Gebiet. Der Sendefrequenzbereich wird zeitlich durchgewobbelt, wobei die Resonatoren der vom Antwortgerät empfangenen und reflektierten Welle immer dann Energie entziehen, wenn die augenblickliche Sendefrequenz mit der Resonanzfrequenz eines der Resonatoren übereinstimmt. Dadurch wird die im Antwortgerät kodierte Information der reflektierten Welle aufmoduliert und an das Lesegerät übertragen. Da ein derartiges System im GHz-Bereich arbeitet und dabei speziell an diesen Frequenzbereich angepaßte Resonatoren vorgesehen werden müssen, und eine große Systembandbreite sowie lange Abfragezeiten notwendig sind, so daß es für bestimmte Anwendungsfälle noch zu komplex, d. h. unter anderem teuer, unhandlich, langsam und groß ist.

Es sind weiterhin beispielsweise von Mágori V. "Innovative Sensoren für Verkehrsaufgaben" in der "Siemens-Zeitschrift", Spezial FuE, Frühjahr 1993, Seiten 26 bis 30, Identifizierungssysteme mit einem Sende/Empfangsgerät und mit von diesem abfragbaren mit akustischen Oberflächenwellen arbeitenden Identifizierungsmarken – ID-Tags – bekannt geworden. Derartige ID-Tags sind Bauelemente, in denen ein elektrisches Signal mittels eines Wandlers in eine akustische Oberflächenwelle umgesetzt wird, welche an einer Folge von Reflektor reflektiert wird, wobei die reflektierte akustische Oberflächenwelle durch einen Wandler, welcher gleich dem das elektrische Eingangssignal umsetzenden Wandler sein kann, wieder in ein elektrisches Signal umgesetzt wird. In Abhängigkeit von der Konfiguration der Reflektoren entsteht ein vorgegebener Code, welcher dieses ID-Tag repräsentiert. Das den Code repräsentierende elektrische Signal wird auf das Empfangsgerät zurückgesendet, wodurch die Stelle identifizierbar ist, an der das ID-Tag angeordnet ist. Derartige Identifizierungssysteme sind in einer großen Vielzahl von Anwendungsfällen verwendbar.

Entsprechende Systeme sind auch als Funkabfragegeräte für mit akustischen Oberflächenwellen arbeitende Sensoren – OFW-Sensoren – verwendbar. Der OFW-Sensor definiert dabei mindestens einen über Funk abfragenden Parameter.

Aus der GB 2 238 210 ist eine als Identifizierungs-Tag verwendbare Identifizierungsschaltungsanordnung bekannt geworden, welche einen integrierten Halbleiter-Schaltkreis enthält, der einen Identifikationscode erkennt und einen Antwortcode daraus erzeugt. Dem integrierten Halbleiter-Schaltkreis ist ein schmalbandiges OFW-Filter für empfangene HF-Signale vorgeschaltet. Die Schaltungsanordnung und insbesondere der integrierte Halbleiter-Schaltkreis sind dabei so ausgebildet, daß sie aus einem bereits vorhandenen Identifikationscode einen Antwortcode erzeugen, der entweder gleich

dem empfangenen Identifikationscode oder verschieden von diesem ist. Hier erfolgt also die Erzeugung des Identifikationscodes nicht durch das Tag selber, sondern wird durch einen Sender festgelegt.

5 Aus der GB 2 246 292 ist ein mit Resonatoren arbeitendes Tag-Identifikationssystem der oben bereits angesprochenen Art bekannt geworden.

Die GB 2 208 058 beschreibt einen Transponder, der Energie aus einem Abfragesignal entnimmt und ein eindeutiges Signal aussendet, wenn das Abfragesignal über einem vorgegebenen Energiepegel liegt. Das ausgesendete eindeutige Signal basiert dabei auf einem in einem programmierbaren Speicher gespeicherten Code. Auch hierbei erfolgt die Identifizierung nicht durch Resonatoren, wie sie im gattungsgemäßen Identifizierungs- und/oder Sensorsystem enthalten sind.

Bei bisherigen ID-Tags und OFW-Sensoren findet die Codierung der Information im Zeitbereich statt. Aufgrund der relativ kurzen realisierbaren Laufstrecken muß die Information in kurzer Zeit übertragen und ausgewertet werden. Dies erfordert eine große Systembandbreite, was gegen die ständig steigende Forderung der Frequenzökonomie verstößt und deshalb eine Realisierung im unteren UHF-Bereich sehr erschwert.

10 Da die Systeme eine relativ große Bandbreite benötigen, können derartige Bandbreiten nur bei hohen Mittelfrequenzen von den Fernmeldeverwaltungen zur Verfügung gestellt werden. Dies führt zu technologischen Schwierigkeiten bei der Herstellung von OFW-Bauteilen, aber auch zu einer unvermeidbar hohen Dämpfung der OFW-Signale.

15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein System der in Rede stehenden Art anzugeben, das mit geringerer Bandbreite arbeiten kann.

20 Diese Aufgabe wird bei einem Identifizierungs- und/oder Sensorsystem der eingangs genannten Art erfüllungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

25 Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt:

35 Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Funkabfrage-System mit einem Sende/Empfangsgerät und einem OFW-Bauelement als abzufragendes Element;

40 Fig. 2 eine Ausführungsform von OFW-Resonatoren für ein über Funk abzufragendes OFW-Bauelement;

45 Fig. 3 eine abgewandelte der Ausführungsform nach Fig. 2 entsprechende Ausführungsform; und

50 Fig. 4 Ausführungsformen von Reflektoren für OFW-Resonatoren der erfüllungsgemäßen Art.

55 Vor der Beschreibung und Erläuterung des Ausführungsbeispiels sei zunächst grundsätzlich auf folgendes hingewiesen.

Wie bereits oben ausgeführt, sind bei bekannten Systemen nach Art des SICARID-Systems Resonatoren auf unterschiedliche Frequenzen abgestimmt, wobei das Abfragesignal durch ein entsprechendes Frequenzband durchgestimmt wird. Jedes Mal, wenn die Frequenz eines der Resonatoren erreicht wird, entzieht dieser Resonator dem Abfragesignal Leistung, wodurch das Abfragerät das Vorhandensein des Resonators "bemerkt".

60 Beim erfüllungsgemäßen System ist der Kern darin zu sehen, daß die Resonatoren eine so hohe Güte besitzen, daß sie Energie zu speichern vermögen. Bei einem breitbandigen Abfrageimpuls speichern sie also Energie, die nach einer Zeitfunktion abklingt, aber zum Emp-

fangsgerät zurückgesendet wird.

Gemäß Fig. 1 der Zeichnung besteht ein an sich bekanntes Sende/Empfangsgerät 1 für ein Funkabfragesystem aus einem Sendegerät 2, einem Empfangsgerät 3 sowie eine daran angekoppelten Antenne 4. Diese Antenne kann sowohl als Sendeantenne für vom Sendegerät 2 ausgesendete Abfragesignale als auch als Empfangsantenne für vom Empfangsgerät 3 zu empfangende Signale verwendet werden. Sende- und Empfangsgerät 2, 3 können entweder getrennte Geräte oder in einem einzigen Gerät integriert sein. Da derartige Komponenten an sich bekannt sind, brauchen sie hier nicht näher erläutert zu werden.

Ein durch das Sende/Empfangsgerät 1 abzufragendes OFW-Bauelement 5 besitzt eine Antenne 7, welche einen vom Sendegerät 2 des Sende/Empfangsgerätes 1 ausgesendeten Abfrageimpuls 8 mit einer Amplitude  $s_E(t)$  aufnimmt.

Erfindungsgemäß sind auf dem OFW-Bauelement 5 – in Fig. 1 schematisch dargestellt – OFW-Resonatoren 6 vorgesehen. Wie anhand der Fig. 2 und 3 noch näher erläutert wird, enthalten diese Resonatoren 6 jeweils einen elektrisch an die Antenne 7 angekoppelten Interdigitalwandler, welcher das von der Antenne 7 aufgenommene elektrische Signal in eine akustische Oberflächenwelle umsetzt. Weiterhin enthalten die Resonatoren 6 Reflektoren, in welche die akustische Oberflächenwelle einläuft und reflektiert wird. Die Welle wird dabei auf den Interdigitalwandler rückreflektiert und in ein elektrisches Signal rückübersetzt, das über die Antenne 7 abgestrahlt wird und über die Antenne 4 vom Empfangsgerät 3 im Sende/Empfangsgerät 1 aufgenommen wird.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform einer über Funk abfragbaren Identifizierungs- und/oder Sensoranordnung, die hier ein OFW-Bauelement in Form eines ID-Tags 5 ist. An der Antenne 7 liegt parallel eine Anzahl von OFW-Resonatoren, die jeweils durch einen elektrisch an der Antenne 7 liegenden Interdigitalwandler 20 sowie Reflektoren 21 auf gegenüber liegenden Seiten des Interdigitalwandler 20 gebildet werden. Die Anzahl der Reflektoren ist dabei durch die für das ID-Tag vorgesehene Codierung vorgegeben. Es ist darauf hinzuweisen, daß ein OFW-Bauelement und OFW-Resonatoren lediglich ein Beispiel darstellen. Es können auch Resonatoren anderer Art, beispielsweise keramische Hochfrequenzresonatoren oder ähnliches verwendet werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt dabei die Idee zugrunde, daß bei OFW-Bauelementen der in Rede stehenden Art eine akustische Laufzeit realisiert ist, die ein Vielfaches der Länge des (nicht dargestellten) piezoelektrischen Substrates entspricht, auf dem die Interdigitalwandler 20 und die Reflektoren 21 ausgebildet sind. Dabei ergibt sich eine Mehrfachausnutzung der zur Verfügung stehenden Substratlänge. Die so erzielbaren langen Laufzeiten ermöglichen eine schmalbandige Übertragung der Information. Daher kann in einem relativ schmalbandigen Frequenzband eine große Anzahl von Informationen untergebracht werden.

Anstelle der bisher bei ID-Tags zur Anwendung kommenden Codierung im Zeitbereich erfolgt erfindungsgemäß eine Codierung im Frequenzbereich. Durch einen Frequenzversatz der Resonatoren, was gemäß Fig. 2 durch unterschiedliche geometrische Ausbildung der Reflektoren, z. B. einen unterschiedlichen Abstand von Elektrodenfingern in den Reflektoren für die jeweiligen Resonatoren realisiert werden kann, kommt die Codierung im Frequenzbereich zustande.

Bei Abfrage eines derartigen ID-Tag mit einem Impuls 8 gemäß Fig. 1 ergibt sich ein auf das Empfangsgerät rückgesendetes Signal, dessen Amplitude  $s(t)$  als Funktion der Zeit  $t$  gemäß einer Kurve 10 zeitlich abklingt, wobei sich der Anzahl der Resonatoren 6 im ID-Tag 5 entsprechende Resonanzen ergeben.

Im Empfangsgerät 3 des Sende-/Empfangsgerätes 1 ist eine an sich bekannte Fourier-Transformationsanordnung vorgesehen, welche die Zeitfunktion  $s(t)$  nach Fig. 1 in eine entsprechende Frequenzfunktion  $s(f)$  gemäß einer unteren Kurve 11 in Fig. 1 transformiert, in dem die Amplitude in Abhängigkeit von der Frequenz  $f$  aufgetragen ist. Die Spitzen in dieser Kurve 11 entsprechen den Resonanzfrequenzen der Resonatoren 6 im ID-Tag 5. Im unteren Diagramm nach Fig. 1 sind der Einfachheit halber lediglich drei Frequenzspitzen dargestellt, wobei der mittlere Teil der Kurve 11 gestrichelt dargestellt ist, um anzudeuten, daß in dieser Kurve noch mehrere Frequenzspitzen entsprechend der Anzahl der Resonatoren 6 im ID-Tag vorhanden sein können.

Eine Codierung eines ID-Tags der in Fig. 2 dargestellten Art kann gemäß Fig. 3 beispielsweise dadurch erfolgen, daß eine vorgegebene feste Anzahl von Resonatoren vorgesehen ist, wobei bestimmte Resonatoren über Schalter 22 elektrisch in den Kreis der Antenne 7 ein- und ausgeschaltet werden können. Im übrigen sind in Fig. 3 gleiche Elemente wie in Fig. 2 mit gleichen Bezugssymbolen versehen. Diese Art der Codierung stellt eine Amplitudenmodulation dar.

In Weiterbildung der Erfindung kann auch eine Quadratur-Amplitudenmodulation zur Anwendung kommen, bei der zusätzliche Information durch die Phase bzw. die relative Phasenlage von frequenzversetzten Resonatoren zueinander übertragen wird. Eine derartige Ausführungsform ist schematisch in Fig. 4 dargestellt, welche lediglich Reflektoren 30 bis 32 von OFW-Resonatoren zeigt. Dabei kommt die Phaseninformation durch unterschiedliche geometrische Anordnung von Elektrodenfingern in den einzelnen Reflektoren 30, 31 und 32 zustande.

In einem erfindungsgemäßen System ist die Bandbreite durch die Zahl der voneinander unabhängigen Informationszustände und die Güte der Resonatoren, die den frequenzmäßigen Abstand der Informationszustände bestimmt, festgelegt. Wie bereits ausgeführt, wird ein Abfrageimpuls in Form des Impulses 8 mit relativ schmalbandigem Frequenzspektrum, das die benötigte Systembandbreite überdeckt, verwendet. Gemäß den Diagrammen nach Fig. 1 werden die überlagerten Impulsantworten aller Resonatoren empfangen, wobei durch Fourier-Transformation aus dem ursprünglich im Zeitbereich vorliegenden rückgesendeten Signal die Information im Frequenzbereich gewonnen wird.

Ein erfindungsgemäßes System eignet sich nicht nur für eine Abfrage von ID-Tags im oben beschriebenen Sinne, sondern auch für sensorische Zwecke, wobei ein abzufragender Parameter in Form einer äußeren physikalischen Größe die OFW-Geschwindigkeit beeinflußt. Dadurch ändert sich die Mittenfrequenz und die relative Phase der Resonatoren.

#### Patentansprüche

- Identifizierungs- und/oder Sensorsystem mit einem Sende- und Empfangsgerät (2, 3), das über Funk Abfragesignale zu einer stromversorgungslosen Identifizierungs- und/oder Sensoranordnung (5) aussendet und von dieser rückgesendete Ant-

wortsignals empfängt und auswertet, wobei in der Identifizierungs- und/oder Sensoranordnung (5) zur Festlegung mindestens eines abzufragenden Parameters Resonatoren (6) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Sende- und Empfangsgerät (2, 3) ein Gerät mit einer die Resonanzfrequenzen der Resonatoren (6) enthaltenden Bandbreite ist und daß die Resonatoren (6) eine so grobe Güte besitzen, daß in ihnen eine Energiespeicherung stattfindet.

2 System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Sendegerät (2) zur Aussendung eines breitbandigen Abfrageimpulses ausgebildet ist und daß das Empfangsgerät (3) eine Fourier-Transformationsanordnung zur Transformierung eines von der Identifizierungs- und/oder Sensoranordnung (5) rückgesendeten im Amplituden/Zeitspektrum vorliegenden Signals in ein Amplituden-Frequenzspektrum enthält.

3. System nach Anspruch 1 oder 2 zur Abfrage von Identifizierungsmarken – ID-Tags –, dadurch gekennzeichnet, daß die ID-Tag-Codierung durch frequenzversetzte OFW-Resonatoren (20, 21) gebildet ist.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung bei vorgegebener Anzahl von OFW-Resonatoren (20, 21) durch Aktivierung/Deaktivierung einzelner Resonatoren gebildet ist.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivierung/Deaktivierung der Resonatoren (20, 21) durch An-/Ab- schaltung der Resonatoren an/von einer(r) ID-Tag-Empfangs-/Sendeantenne (7) vorgenommen ist.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch unterschiedliche Phasenlagen der Resonatoren.

7. System nach Anspruch 1 zur Abfrage von Sensoranordnungen, dadurch gekennzeichnet, daß zur Detektierung mindestens einer Größe mindestens ein OFW-Resonator vorgesehen ist.

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorhandensein mehrerer Resonatoren unterschiedliche Mittenfrequenzen der Resonatoren vorgesehen sind.

10

15

20

25

30

35

40

45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

FIG 1

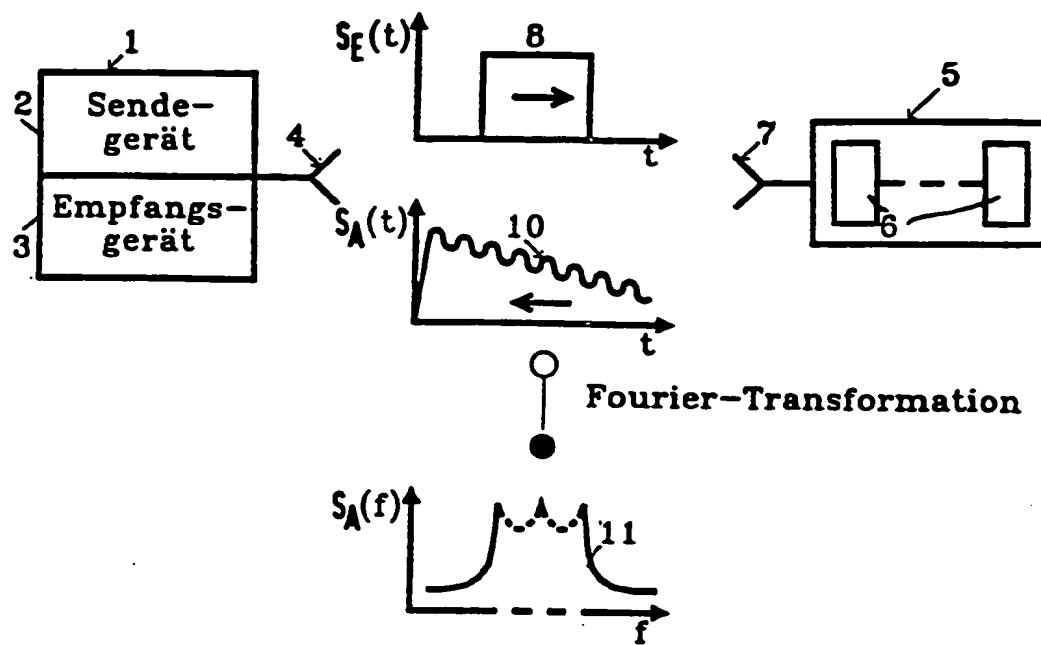


FIG 4

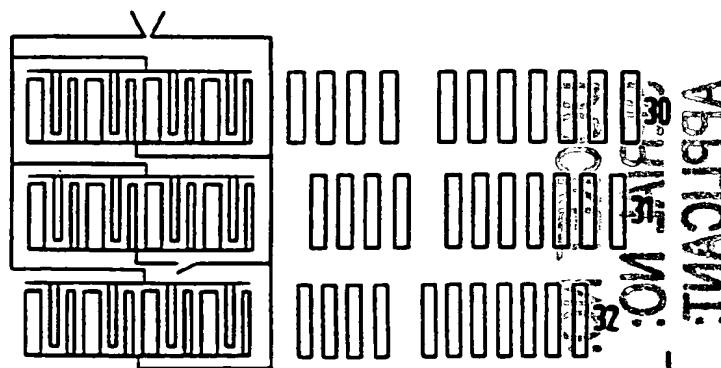


FIG 2

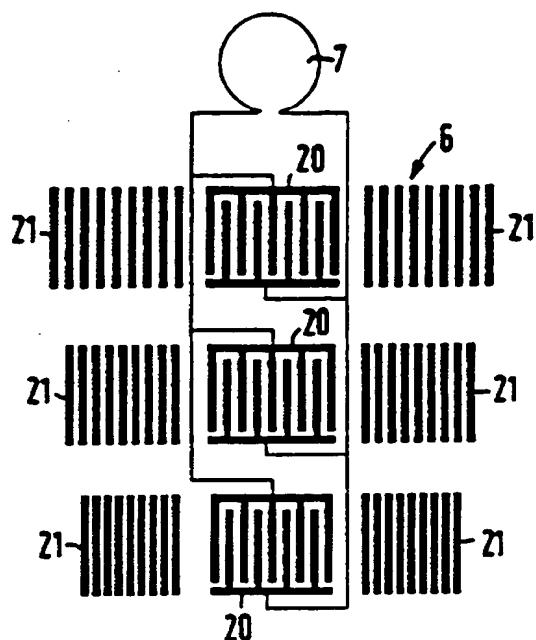
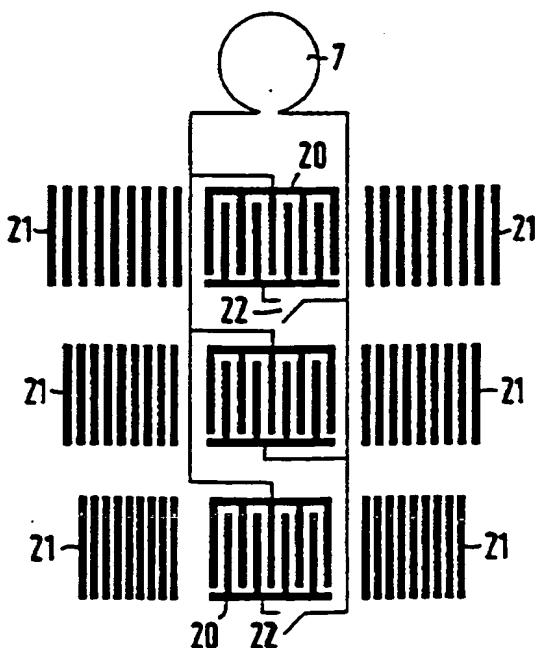


FIG 3



DOCKET NO: GR 99P 1081P  
 SERIAL NO: 09/910,751  
 APPLICANT: Markus Vossiek et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480  
 HOLLYWOOD, FLORIDA 33022  
 TEL. (954) 925-1100